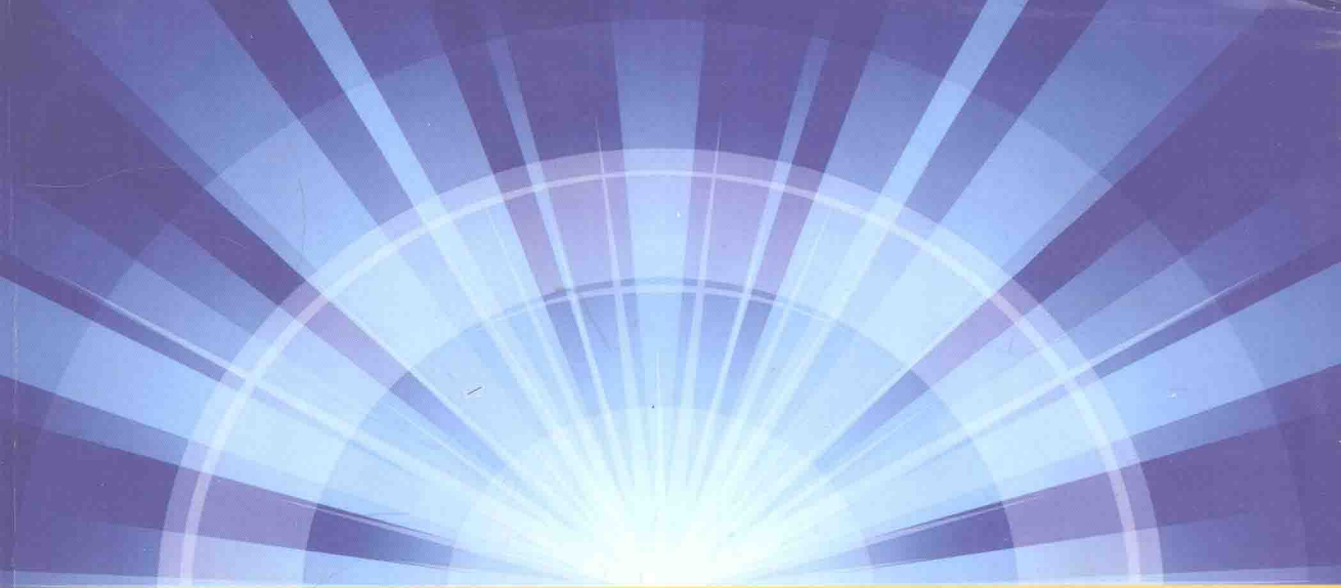
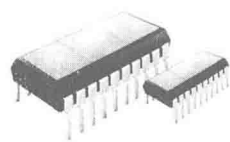


国家级中等职业
改革示范校教材

电气控制 与PLC技术

主编 顾宝良 王邦林

中国科学技术大学出版社



国家级中等职业
改革示范校教材

电气控制 与PLC技术

DIANQI KONGZHI
YU PLC JISHU

主编 顾宝良 王邦林

中国科学技术大学出版社

内 容 简 介

本书的主要内容包括:电动机常见的典型控制电路,PLC 入门知识,FX 系列 PLC 的基本逻辑指令和常用的功能指令,PLC 程序设计的基本方法。本书在编写中,力求在知识结构上前后紧密衔接,各个项目、任务自成体系,把握“够用、实用”的原则,做到浅显易懂,把知识与技能有机结合起来,以适应一体化和项目化的教学需求。考虑到现在普遍采用的仿真教学,本书增加了电路仿真学习的内容。

本书可作为电气类、机电类中高等职业院校以及应用型本、专科学校的教材和广大维修电工、低压电器装配工等机电类工种的职业技能培训用书和工作参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电气控制与 PLC 技术/顾宝良,王邦林主编. —合肥:中国科学技术大学出版社,2015.3
ISBN 978-7-312-03677-4

I. 电… II. ①顾… ②王… III. ①电气控制—中等专业学校—教材 ②PLC 技术—中等专业学校—教材 IV. ①TM571.2 ②TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 009813 号

出版 中国科学技术大学出版社
安徽省合肥市金寨路 96 号,230026
<http://press.ustc.edu.cn>
印刷 合肥万银印刷有限公司
发行 中国科学技术大学出版社
经销 全国新华书店
开本 787 mm×1092 mm 1/16
印张 13
字数 312 千
版次 2015 年 3 月第 1 版
印次 2015 年 3 月第 1 次印刷
定价 28.00 元

前 言

我国职业技术教育正处在历史上最好的发展时期,也面临着许多改革。通过新世纪召开的多次重要会议,教育部教职成[2006]4号文《关于职业院校试行工学结合、半工半读的意见》逐步明确了“大力推行工学结合、校企合作”的方针,要求“建立学校和企业之间长期稳定的组织联系制度,实现互惠互利、合作共赢”,同时又要“加强教育与生产劳动和社会生产实践相结合,加快推进职业教育培养模式由传统的以学校和课程为中心向工学结合、校企合作转变”。“提倡产教结合、工学结合”,早在1991年国务院《关于大力发展职业技术教育的决定》(国发[1991]55号)中就有过明确表述。还可以追溯到20世纪60年代的“半工半读”,甚至更早时期的“勤工俭学”,只是不同时期理论研讨的重点和目的不同而已。国际职业技术教育中的名词更是五花八门。比如日本的“产学连携”、德国的“双元制”(dual system)、英国工学交替的“三明治教育模式”(sandwich courses)、美国的“合作教育”(cooperative education)模式等,其实目的都是一样的。总而言之,就是学以致用,理论和实践相生相伴。但是无论是哪一种模式,都离不开教材(电子教材)作为信息的载体。职业技术教育的办学是为国家走新型工业化道路服务,同时缓解国内劳动力市场技能型人才紧缺现状。职业教育的主要任务是培养应用型、技能型人才。国家有关职业教育方针、政策的出台,为职业技术教育的进一步发展指明了方向。培养目标的变化直接带来了办学宗旨、教学内容与课程体系、教学方法与手段、教学管理等诸多方面的改变。

传统的教学模式是按教室、实验室、车间、实习岗位等学习空间进行划分的,不同的学习空间只能对相应的知识进行传授,导致教材的编写也只能按以上学习空间分块编写。这样的教材和教学模式必然会导致理论教学和实践性教学的严重脱节。职业教育校企联合办学理论实训一体化系列教材的编写打破了按学习空间编写教材的传统,把原来的理论课教材、实验指导书、仪表仪器的使用和实习大纲等进行有机整合,使教学内容与教学环节更加灵活多样化;教材内容的编写采用项目导向式的方法,充分体现了职业技术教育的特点,本着在教学环节中充分体现工学交替、工学结合的办学指导思想,理论知识的传授以“够用、实用、必需”为度。本书融入新观念、新工艺、新标准;以项目为导向,用任务进行驱动,以典型控制过程案例为引导;从理论到实践,再从实践到理论,突出应用能力和创新素质的培养和提升。全书分五个项目编写,主要内容为常用低压电器,基本控制电路,PLC基础知识,PLC基本指令、程序、程序设计,FX_{2N}系列PLC。本书可作为电气类、机电类中高等职业院校以及应用型本、专科学校的教材和广大维修电工、低压电器装配工等机电类工种的职业技能培训用书和工作参考书。

教学课时分配可按理论和实训1:1分配,课时为60~120学时,各院校可根据自身的实际情况增减学时。

本教材由曾到德国学习“双元制”职业技术教育的顾宝良高级讲师和王邦林副教授担任主编,顾宝良高级讲师负责全书的统稿和审稿工作;昆明冶研新材料股份有限公司电气高级工程师苟大斌、钱云华、叶元任副主编;肖良松、郝相平、张美珍参编。由于编者水平有限,编写时间仓促,书中难免存在一些问题和不足之处,敬请各位专家和同行批评指正。

编 者

2014 年 12 月

目 录

前言	(I)
项目一 认识低压电器	(1)
任务一 认识电力拖动系统	(1)
任务二 认识低压电器及电气线路图	(4)
项目二 常用电动机控制线路装调	(18)
任务一 小容量电动机直接启动控制线路安装调试	(18)
任务二 点动与长动控制线路安装调试	(24)
任务三 兼有点动与长动的控制线路安装调试	(35)
任务四 正反转电路安装与调试	(39)
任务五 顺序联锁控制电路安装调试	(45)
任务六 多点与多条件控制电路安装调试	(51)
任务七 行程控制电路安装调试	(53)
任务八 电动机 Y/ Δ 降压启动控制电路安装调试	(58)
任务九 学习电动机其他降压启动控制电路	(62)
任务十 双速电动机控制线路安装调试	(65)
任务十一 学习三速电动机控制线路	(70)
任务十二 电动机反接制动控制线路安装调试	(72)
任务十三 电动机其他制动控制线路安装调试	(78)
任务十四 V-ELEQ 仿真软件安装与应用	(83)
项目三 学习 PLC 基本知识	(90)
任务一 用 PLC 控制双速电动机控制线路	(90)
任务二 认识三菱 FX 系列 PLC 软继电器	(102)
项目四 学习 FX 系列 PLC 指令系统	(119)
任务一 学习 FX 系列的基本逻辑指令	(119)
任务二 学习 FX 系列的常用功能指令	(132)

项目五 学习 PLC 程序设计方法	(152)
任务一 学习转换设计法	(152)
任务二 学习经验设计法	(163)
任务三 学习逻辑设计法	(168)
任务四 学习顺序设计法	(172)
附录一 FX 基本指令一览表	(193)
附录二 FX 应用指令一览表	(194)
附录三 欧姆龙 CPM1A 系列基本逻辑指令一览表	(198)
参考文献	(199)

项目一 认识低压电器

【知识目标】

1. 了解电力拖动的概念,电力拖动的组成、分类、发展;
2. 了解低压电器的一般知识;
3. 掌握电气控制线路图绘制的基本原则与方法;
4. 掌握电气原理图的绘图原则。

【技能目标】

1. 能够识别电气原理图;
2. 掌握电动机定子绕组接线技能。

任务一 认识电力拖动系统

本课程是一门实用性很强的专业课,主要内容是以电动机或其他执行电器为控制对象,介绍继电器接触器控制系统和 PLC 控制系统的工作原理。当前 PLC 控制系统应用十分普遍,已经成为实现工业自动化的主要手段,是教学的重点。但是,一方面,根据我国当前的情况,继电器接触器控制系统仍然是机械设备最常用的电气控制方式,而且低压电器正在向小型化、长寿命方向发展,使继电器接触器控制系统的性能不断提高,因此它在今后的电气控制技术中仍然占有相当重要的地位;另一方面,PLC 是计算机技术与继电器接触器控制技术相结合的产物,而且 PLC 的输入、输出仍然与低压电器密切相关,因此掌握继电器接触器控制技术也是学习和掌握 PLC 应用技术所必需的基础。

一、控制系统的组成

一个最简单而“原始”的例子如下。在农村,现在我们仍然可以看到这样一个简易的加工系统:通过人力或畜力拉动石磨(碾子),进行谷物等粮食的碾碎或磨碎。我们可以直观地看到,该系统主要包含了以下三个部分:动力来源(人力、畜力)、动力传递机构(杠杆、绳索)、产品加工机械(石磨),如图 1.1(a)所示。显然,这样的“原始”加工系统的效率是极其低下的。

随着社会和技术的发展,这一加工系统得到了根本性的革新,例如常见的碾米机等,动力来源改用了电动机,传递结构改为皮带传递,加工机械改为碾米机,这样,加工效率大大提

高,节省了人力、物力,是前者根本无法比拟的,如图 1.1(b)所示。碾米机进行碾米,实际上是通过闸刀控制电动机电源的接通和断开,需要加工时,合上闸刀,电动机拖动碾米机进行碾米,碾米完成后,断开闸刀,机器停止工作。

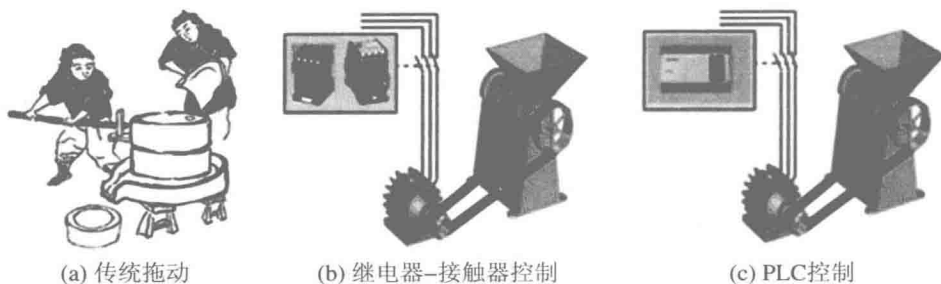


图 1.1 拖动系统

实际上,因为加工机械对产品的加工往往不是简单地接通和断开电源,其中包含了一定的时间、位置等因素的协调配合。为了达到以上要求,对电动机的控制,实际上是根据加工要求,由一系列的电器元件按照一定控制逻辑关系组合在一起,对电源的通断及电动机定子绕组的连接方式进行控制,以改变电动机的运行状态(停止、稳定运行、转速改变、转向改变等)。

由继电器、接触器等电器元件构成的实现对电动机控制的系统称为继电器-接触器控制系统。如图 1.1(b)所示,继电器-接触器控制系统在传统的工业生产中曾起着不可替代的重要作用,继电器-接触器控制电路通常是针对某一固定的动作顺序或生产工艺而设计的。它的控制功能也仅仅只局限于逻辑控制、定时、计数等这样一些简单的控制,一旦动作顺序或生产工艺发生变化,就必须进行重新设计、布线、装配和调试。随着生产规模的逐步扩大,市场经济竞争日趋激烈,继电器-接触器控制系统已愈来愈难以适应,无法满足日新月异且竞争激烈的市场经济发展的需要。这就迫使人们要放弃原来已占统治地位的继电器-接触器控制系统,研制可以替代继电器-接触器控制系统的新型的工业控制系统。

继电器-接触器控制系统构成框图如图 1.2 所示。

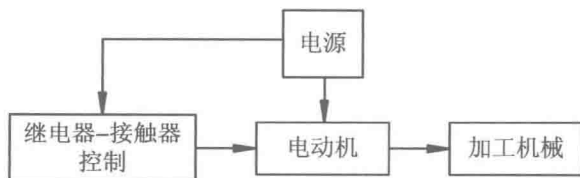


图 1.2 继电器-接触器控制系统

以 PLC 作为控制器的 PLC 控制系统从根本上改变了传统的继电器-接触器控制系统的工作原理和方式。继电器-接触器控制系统的控制功能是通过采用硬件接线的方式来实现的,而 PLC 控制系统的控制功能是通过存储程序来实现的,继电器-接触器控制系统的控制线路被 PLC 中的程序所替代,这样一旦生产工艺发生变化,就只需修改程序就可以了,如图 1.1(c)所示。正是上述原因,PLC 控制系统除了可以完成传统继电器-接触器控制系统所具有的全部功能外,还可以实现模拟量控制、开环或闭环过程控制,甚至多级分布式控制。随

着微电子技术的进一步发展,PLC 成本也在降低,传统的继电器-接触器控制系统被 PLC 控制系统所代替已是发展的必然趋势。

PLC 控制系统构成框图如图 1.3 所示。

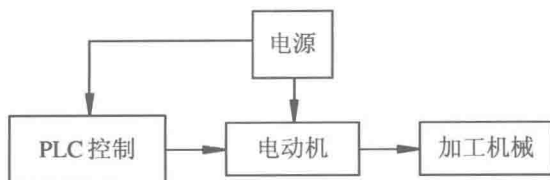


图 1.3 PLC 控制系统

通过电动机拖动生产机械,称为电力拖动。如上所述,电力拖动系统由动力部分、动力传递结构和生产机械构成,其中,动力传递机构常见的有皮带、齿轮、链条等。生产机械如各种机床等。

二、电气控制技术发展概况

电气控制技术是随着科学技术的不断发展、对生产工艺不断提出新的要求而得到迅速发展的。从最早的手动控制发展到自动控制,从简单的控制设备发展到复杂的控制系统,从有触点的硬接线继电器控制系统发展到以计算机为中心的软件控制系统。现代电气控制技术综合应用了计算机、自动控制、电子技术、精密测量等许多先进的科学技术成果。

作为生产机械动力的电机拖动,已由最早的采用成组拖动方式→单独拖动方式→生产机械的不同运动部件分别由不同电机拖动的多电动机拖动方式,发展成今天无论是自动化功能还是生产安全性方面都相当完善的电气自动化系统。

继电器-接触器控制系统主要由继电器、接触器、按钮、行程开关等组成,其控制方式是断续的,所以又称为断续控制系统。由于这种系统具有结构简单、价格低廉、维护容易、抗干扰能力强等优点,至今仍是机床和其他许多机械设备广泛采用的基本电气控制形式,也是学习更先进电气控制系统的基础。这种控制系统的缺点是采用固定接线方式,灵活性差,工作频率低。

从 20 世纪 30 年代开始,机械加工企业为了提高生产效率,采用机械化流水作业的生产方式,对不同类型的零件分别组成自动生产线。随着产品机型的更新换代,生产线承担的加工对象也随之改变,这就需要改变控制程序,使生产线的机械设备按新的工艺过程运行,而继电器-接触器控制系统是采用固定接线的,很难适应这个要求。大型自动化生产线的控制系统使用的继电器数量很多,这种有触点的电器工作频率较低,在频繁动作情况下寿命较短,从而造成系统故障,使生产线的运行可靠性降低。为了解决这个问题,1968 年美国最大的汽车制造商——通用汽车(GM)公司为适应汽车型号不断更新,提出把计算机的完备功能以及灵活性、通用性好等优点和继电器控制系统的简单易懂、操作方便、价格低等优点结合起来,做成一种能适应工业环境的通用控制装置,并把编程方法和程序输入方式加以简化,使得不熟悉计算机的人员也能很快掌握它的使用技术。根据这一设想,美国数字设备公司(DEC)于 1969 年率先研制出第一台可编程控制器(简称 PLC),在通用汽车公司的自动装配

线上试用获得成功。从此以后,许多国家的著名厂商竞相研制,各自形成系列,而且品种更新很快,功能不断增强,从最初的逻辑控制为主发展到能进行模拟量控制,具有数据运算、数据处理和通信联网等多种功能。PLC 的另一个突出优点是可靠性很高,平均无故障运行时间可达 10 万小时以上,可以大大减少设备维修费用和停产造成的经济损失。当前,PLC 已经成为电气自动控制系统中应用最为广泛的核心装置。

自 20 世纪 70 年代以来,电气控制相继出现了直接数字控制(DDC)系统、柔性制造系统(FMS)、计算机集成制造系统(CIMS),综合运用计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助制造(CAM)、智能机器人、集散控制系统(DCS)、现场总线控制系统等多项高技术,形成了从产品设计与制造和生产管理的智能化生产的完整体系,将自动制造技术推进到更高的水平。

综上所述,电气控制技术的发展始终是伴随着社会生产规模的扩大、生产水平的提高而前进的。电气控制技术的进步反过来又促进了社会生产力的进一步提高;同时,电气控制技术又是与微电子技术、电力电子技术、检测传感技术、机械制造技术等紧密联系在一起的。当前科学技术继续在突飞猛进,向前发展,在 21 世纪的今天,电气控制技术必将达到更高的水平。

【总结与思考】

1. 总结

通过电动机作为动力来源,实现对生产机械的拖动,称为电力拖动。拖动系统主要包括动力部分、动力传递部分和生产加工机械三个部分。拖动方式有成组拖动、单电机拖动和多电机拖动。

继电器-接触器控制系统是采用一系列的电气元件按一定逻辑构成的、满足一定控制要求的控制方式,这种控制方式的特点是“有触点”控制,电路控制逻辑通过接线实现,如此,一方面,控制系统的可靠性不高,系统冗杂庞大,另一方面,控制要求发生改变,通过改变控制线路的结构、接线实现改变控制逻辑,难度大,时间长。PLC 控制系统是采用 PLC 通过程序的形式实现电路的控制逻辑,是“无触点”控制,可靠性大为提高,且当控制要求发生改变时,主要通过更改 PLC 中的程序来完成,时间短,效率高,实现起来也方便快捷。

2. 思考

请读者举出生活中常见到的拖动系统实例,简要分析一下它的三大组成部分分别是什么。

任务二 认识低压电器及电气线路图

一、电器的基本知识

在我国经济建设事业和日常生活中,电能的应用越来越广泛。实现工业、农业、国防和

科学技术的现代化,就更离不开电气化。为了安全、可靠地使用电能,电路中就必须装有各种起调节、分配、控制和保护作用的电气设备。这些电气设备统称为电器。从生产或使用的角度,可分为高压电器和低压电器两大类。随着科学技术和生产的发展,电器的种类不断增多,用量非常大,用途极为广泛。

本任务主要认识一下电气控制领域中常用低压电器的工作原理、用途、型号、规格及符号等知识,学会正确选择和合理使用常用电器,为后继章节的学习打下基础。

低压电器(low voltage apparatus)通常指工作在交流电压1 200 V、直流电压1 500 V以下的电路中起通断、控制、保护和调节作用的电气设备。

(一) 电器的分类

电器是接通和断开电路或调节、控制和保护电路及电气设备用的电工器具。完成由控制电器组成的自动控制系统,称为继电器-接触器控制系统,简称电器控制系统。

电器的用途广泛,功能多样,种类繁多,结构各异。下面是几种常用的电器分类。

1. 按工作电压等级分类

(1) 高压电器。用于交流电压1 200 V、直流电压1 500 V及以上电路中的电器,例如高压断路器、高压隔离开关、高压熔断器等。

(2) 低压电器。用于交流频率50 Hz(或60 Hz)、额定电压为1 200 V以下、直流额定电压1 500 V及以下的电路中的电器,例如接触器、继电器等。

2. 按动作原理分类

(1) 手动电器。指用手或依靠机械力进行操作的电器,如手动开关、控制按钮、行程开关等主令电器。

(2) 自动电器。借助于电磁力或某个物理量的变化自动进行操作的电器,如接触器、各种类型的继电器、电磁阀等。

3. 按用途分类

(1) 控制电器。用于各种控制电路和控制系统的电器,例如接触器、继电器、电动机启动器等。

(2) 主令电器。用于自动控制系统中发送动作指令的电器,例如按钮、行程开关、万能转换开关等。

(3) 保护电器。用于保护电路及用电设备的电器,如熔断器、热继电器、各种保护继电器、避雷器等。

(4) 执行电器。指用于完成某种动作或传动功能的电器,如电磁铁、电磁离合器等。

(5) 配电电器。用于电能的输送和分配的电器,例如高压断路器、隔离开关、刀开关、自动空气开关等。

4. 按工作原理分类

(1) 电磁式电器。依据电磁感应原理来工作,如接触器、各种类型的电磁式继电器等。

(2) 非电量控制电器。依靠外力或某种非电物理量的变化而进行动作的电器,如刀开关、行程开关、按钮、速度继电器、温度继电器等。

(二) 电器的作用

我们日常生活中用水时,在输送自来水的管路上及各种用水的地方,要装上不同的阀门

对水流进行控制和调节。在输送电能的输电线路和各种用电的场合,也要使用不同的电器来控制电路的通、断,对电路的各种参数进行调节。只是电能的输送和使用比自来水的输送和使用要复杂得多。低压电器在电路中的用途是根据操作信号或外界信号或要求,自动或手动接通、分断电路,连续或断续地改变电路的状态、参数,对电路进行控制、保护、测量、指示、调节。低压电器的作用有:

(1) 控制作用。如电梯的上下移动、快慢速自动切换与自动停层等。

(2) 保护作用。能根据设备的特点,对设备、环境以及人身实行自动保护,如电机的过热保护、电网的短路保护、漏电保护等。

(3) 测量作用。利用仪表及与之相适应的电器,对设备、电网或其他非电参数进行测量,如电流、电压、功率、转速、温度、湿度等。

(4) 调节作用。低压电器可对一些电量和非电量进行调整,以满足用户的要求,如柴油机油门的调整、房间温湿度的调节、照度的自动调节等。

(5) 指示作用。利用低压电器的控制、保护等功能,检测出设备运行状况与电气电路工作情况,如绝缘监测、保护掉牌指示等。

(6) 转换作用。在用电设备之间转换或对低压电器、控制电路分时投入运行,以实现功能切换,如励磁装置手动与自动的转换,供电的市电与自备电的切换等。

当然,低压电器作用远不止这些,随着科学技术的发展,新功能、新设备会不断出现,常用低压电器的主要种类和用途如表 1.1 所示。

表 1.1 常用低压电器的主要种类及用途

序号	类别	主要品种	用 途
1	断路器	塑料外壳式断路器	主要用于电路的过负荷、短路、欠电压、漏电压保护,也可用于不频繁接通和断开的电路
		框架式断路器	
		限流式断路器	
		漏电保护式断路器	
		直流快速断路器	
2	刀开关	开关板用刀开关	主要用于电路的隔离,有时也能分断负荷
		负荷开关	
		熔断器式刀开关	
3	转换开关	组合开关	主要用于电源切换,也可用于负荷通断或电路的切换
		换向开关	
4	主令电器	按钮	主要用于发布命令或程序控制
		限位开关	
		微动开关	
		接近开关	
		万能转换开关	
5	接触器	交流接触器	主要用于远距离频繁控制负荷,切断带负荷电路
		直流接触器	
6	启动器	磁力启动器	主要用于电动机的启动
		星-三角启动器	
		自耦减压启动器	

续表

序号	类别	主要品种	用 途
7	控制器	凸轮控制器	主要用于控制回路的切换
		平面控制器	
8	继电器	电流继电器	主要用于控制电路中将被控量转换成控制电路所需电量或开关信号
		电压继电器	
		时间继电器	
		中间继电器	
		温度继电器	
		热继电器	
9	熔断器	有填料熔断器	主要用于电路短路保护,也用于电路的过载保护
		无填料熔断器	
		半封闭插入式熔断器	
		快速熔断器	
		自复熔断器	
10	电磁铁	制动电磁铁	主要用于起重、牵引、制动等地方
		起重电磁铁	
		牵引电磁铁	

对低压配电电器的要求是灭弧能力强,分断能力好,热稳定性能好,限流准确等。对低压控制电器,则要求其动作可靠、操作频率高、寿命长,并具有一定的负载能力。

二、电磁机构原理

电磁机构是电器元件的感受部件,它的作用是将电磁能转换为机械能并带动触点闭合或断开。

电磁机构由吸引线圈、铁芯和衔铁组成,其结构形式按衔铁的运动方式可分为直动式和拍合式。图 1.4 和图 1.5 所示的分别是直动式和拍合式电磁机构的常用结构形式。

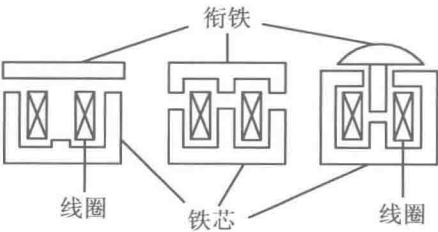


图 1.4 直动式电磁机构

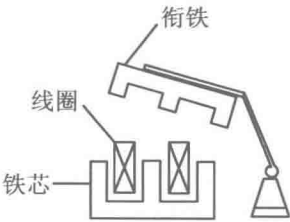


图 1.5 拍合式电磁机构

吸引线圈的作用是将电能转换为磁能,即产生磁通,衔铁在电磁吸力作用下产生机械位移使铁芯吸合。通入直流电的线圈称直流线圈,通入交流电的线圈称交流线圈。

对于直流线圈,铁芯不发热,只有线圈发热,因此线圈与铁芯接触以利于散热。线圈做成无骨架、高而薄的瘦高型,以改善线圈自身散热。铁芯和衔铁由软钢或工程纯铁制成。

对于交流线圈,除线圈发热外,由于铁芯中有涡流和磁滞损耗,铁芯也会发热。为了改

善线圈和铁芯的散热情况,在铁芯与线圈之间留有散热间隙,而且把线圈做成有骨架的矮胖型。铁芯用硅钢片叠成,以减少涡流。

另外,根据线圈在电路中的连接方式可分为串联线圈(即电流线圈)和并联线圈(即电压线圈)。串联(电流)线圈串接在线路中,流过的电流大,为减少对电路的影响,线圈的导线粗,匝数少,线圈的阻抗较小。并联(电压)线圈并联在线路上,为减少分流作用,降低对原电路的影响,需要较大的阻抗,因此线圈的导线细且匝数多。

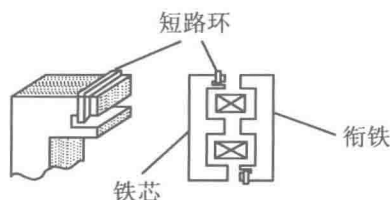


图 1.6 交流铁芯的短路环

由于电源电压变化一个周期,电磁铁吸合两次,释放两次,电磁机构会产生剧烈的振动和噪音,因而不能正常工作。解决的办法是在铁芯端面开一小槽,在槽内嵌入铜质短路环,如图 1.6 所示。

加上短路环后,磁通被分为大小接近、相位相差约 90° 电度角的两相磁通,因而两相磁通不会同时过零。由于电磁吸力与磁通的平方成正比,故由两相磁通产生的合成电磁吸力较为平坦,在电磁铁通电期间电磁吸力始终大于反力,使铁芯牢牢吸合,这样就消除了振动和噪音,一般短路环包围 $2/3$ 的铁芯端面。

三、触头系统

触头系统属于执行部件。它的作用是通过触点的开、闭来通、断电路。

触头按功能可分为:主触头和辅助触头。主触头用于接通和分断主电路;辅助触头用于接通和分断二次电路,还能起互锁和联锁作用。

按形状可分为:桥式触头和指形触头。桥式触头又分为点接触桥式触头和面接触桥式触头,如图 1.7 所示。

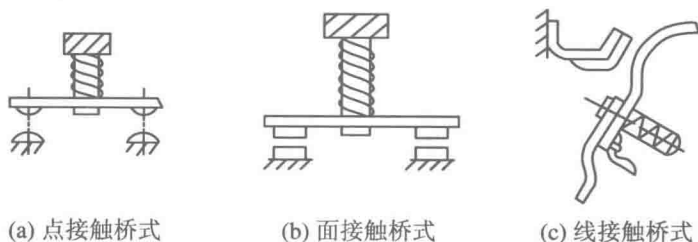


图 1.7 触头的结构形式

触头按位置可分为:静触头和动触头。静触头固定不动,动触头能由联杆带着移动。

触头按其初始位置可分为:常闭触头和常开触头。

常闭触头(又称动断触头)——常态时动、静触头是相互闭合的。常开触头(又称动合触头)——常态时动、静触头是分开的。所谓常态是指在不受外力、不通电时触头的状态。

四、灭弧装置

电弧是指触头在闭合和断开(包括熔体在熔断时)的瞬间,都会在触头间隙中由电子流产生弧状的火花,这种由电气原因造成的火花称为电弧。

电弧的危害:① 使电路仍然保持导通状态,延迟了电路的断开;② 会烧损触点,缩短电器的使用寿命。

常用的灭弧措施有机械性拉长电弧、双触点灭弧、磁吹灭弧、纵缝灭弧、金属栅片灭弧、纵缝陶土灭弧罩等,如图 1.8 所示。

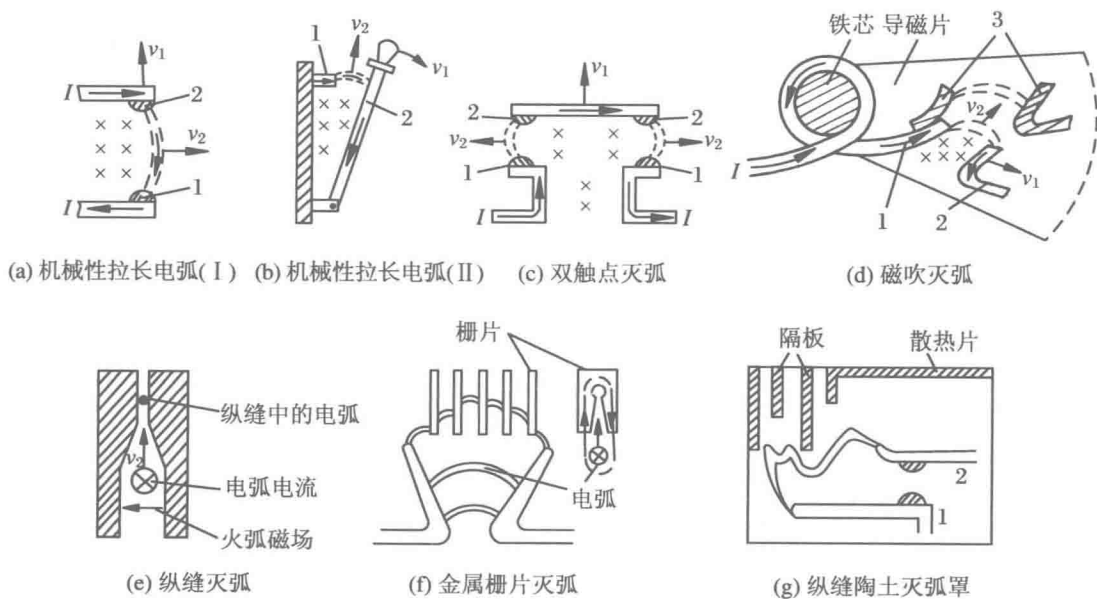


图 1.8 灭弧措施

1. 静触点; 2. 动触点; 3. 引弧角。

v_1 为动触点移动速度; v_2 为电弧在磁场力作用下的移动速度

五、电动机基本控制线路图的绘制

电气控制系统是由诸多电气元件按照一定要求连接而成的系统。为了表示生产机械电气控制系统的结构和原理等设计意图,同时也为了便于电气系统的安装、调试、使用和维修,需要将电气控制系统中各电气元件用一定的图形表示出来,该图形即是电气控制系统图。常用电气元件符号如表 1.2 所示。

电器控制线路的表示方法有:电气原理图、电气接线图、电器布置图。

(一) 电气原理图

电气原理图是根据生产机械运动形式对电气控制系统的要求,采用国家统一规定的电

表 1.2 常用电气元件符号

类别	名称	图形符号	文字符号	类别	名称	图形符号	文字符号
开关	单极控制开关		SA	位置开关	常开触头		SQ
	手动开关一般符号		SA		常闭触头		SQ
	三极控制开关		QS		复合触头		SQ
	三极隔离开关		QS	按钮	常开按钮		SB
	三极负荷开关		QS		常闭按钮		SB
	组合旋钮开关		QS		复合按钮		SB
	低压断路器		QF		急停按钮		SB
	控制器或操作开关		SA		钥匙操作式按钮		SB
接触器	线圈操作器件		KM	热继电器	热元件		FR
	常开主触头		KM		常闭触头		FR